# Índice


- Estructura atómica.....5
- Números cuánticos.....15
- Configuración electrónica.....24
- Tabla periódica moderna.....33
- Propiedades periódicas.....43
- Enlace químico I.....52
- Enlace químico II.....61
- Nomenclatura inorgánica I.....70
- Nomenclatura inorgánica II.....79
- Unidades químicas de masa.....88
- Gases.....99
- Reacciones químicas.....111
- Reacciones redox.....127
- Estequiometría.....137
- Masa equivalente.....148
- Soluciones.....157
- Cinética química.....169
- Equilibrio químico.....181
- Ácidos y bases.....191
- Electroquímica.....204
- Átomo de carbono.....216
- Compuestos orgánicos oxigenados I.....229
- Compuestos orgánicos oxigenados II.....237

# ESTRUCTURA ATÓMICA

CAPÍTULO 1

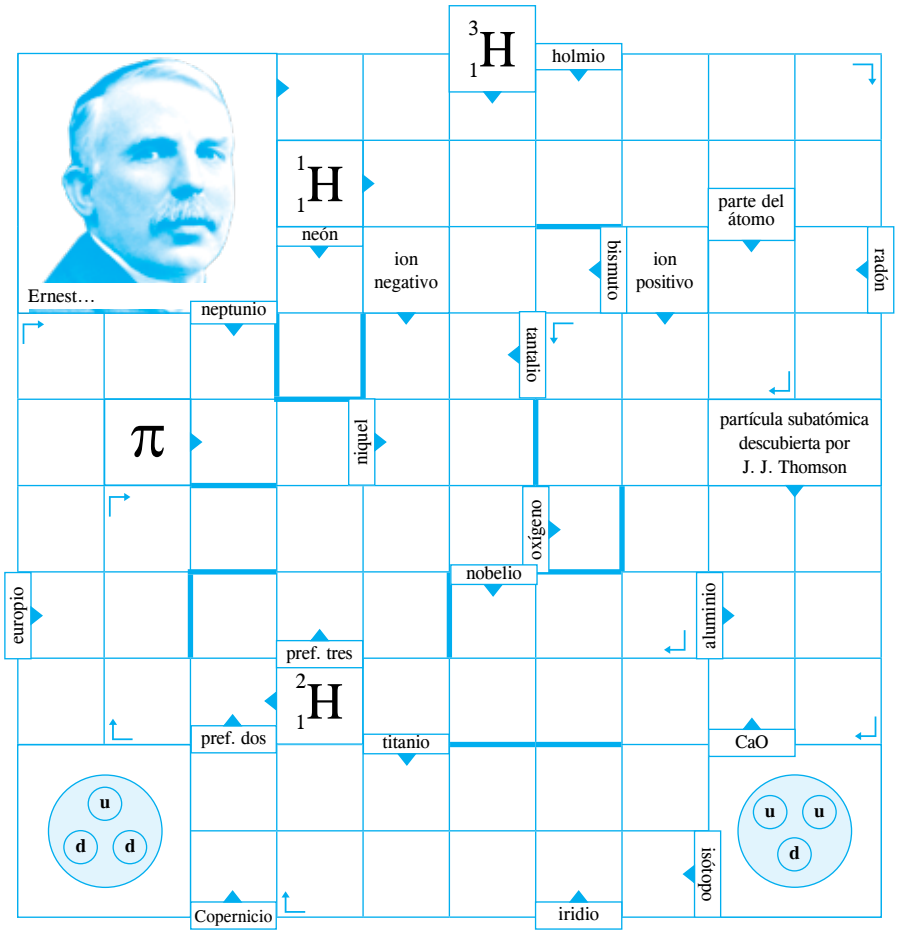
## Aprendizajes esperados

- Reconoce y representa las partes del modelo atómico actual.
- Desarrolla la notación de los átomos, diferenciando los tipos de átomos y resolviendo los ejercicios y problemas que se proponen.

## Helicocuriosidades

### CRUCIGRAMA

### Estructura atómica actual



Helicoteoría

# ESTRUCTURA ATÓMICA

## MODELO ATÓMICO

**Concepto**

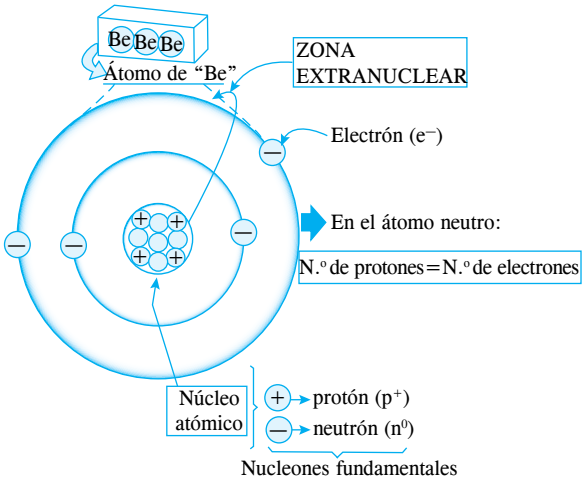
Es la mínima porción en que se puede dividir una sustancia simple o elemento químico, que conserva las propiedades características del mismo.

Es un sistema energético y dinámico que se encuentra en equilibrio electrostático, cuando está en su estado basal.

Es un modelo matemático y probabilístico que tiene como base a:

1. Principio de dualidad de la materia (De Broglie-1924)
2. Principio de incertidumbre (Heissenberg-1926)

**Estructura**




1. **Núcleo atómico.** Denominado también zona nuclear.
   - Parte central del átomo con carga positiva.
   - Es muy pequeña y con elevada estabilidad.
   - Concentra casi toda la masa del átomo (99,99%).
   - Tiene alta densidad ($2{,}44 \times 10^{14}$ g/cm$^3$).
   - Contiene aproximadamente 230 tipos de partículas subatómicas siendo los protones y neutrones los más importantes a los que se les llama nucleones fundamentales.
2. **Nube electrónica.** Denominada también zona extranuclear.
   - Es la región que envuelve al núcleo y tiene carga eléctrica negativa debido a la presencia de electrones.
   - Está constituida por los orbitales o reempes, que son las regiones donde existe la mayor probabilidad de ubicar electrones.
   - Tiene una baja densidad.
   - Representa prácticamente el volumen del átomo; la relación entre los diámetros es

$$D_{núcleo} = \frac{D_{átomo}}{10\,000}$$

**CUADRO DE PARTÍCULAS SUBATÓMICAS FUNDAMENTALES**

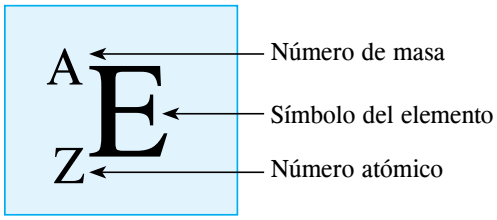
| Ubicación | | | Zona celular | | Zona extranuclear |
|---|---|---|---|---|---|
| Partícula | | | PROTÓN | NEUTRÓN | ELECTRÓN |
| Símbolo | | | p $p^+$ $^1_1H$ | n $n^0$ $^1_0n$ | e $e^-$ $^1_{-1}e$ |
| MASA | ABSOLUTA | kg | $1{,}672 \times 10^{-27}$ | $1{,}675 \times 10^{-27}$ | $9{,}109 \times 10^{-31}$ |
| | | g | $1{,}672 \times 10^{-24}$ | $1{,}675 \times 10^{-24}$ | $9{,}109 \times 10^{-28}$ |
| | RELATIVA (u) | exacta | 1,007 | 1,008 | $5{,}5 \times 10^{-4}$ |
| | | aprox. | 1,0 | 1,0 | 0,0 |
| CARGA | ABSOLUTA | coulumb (C) | $+1{,}6 \times 10^{-19}$ | 0 | $-1{,}6 \times 10^{-19}$ |
| | | u. e. c. | $+4{,}8 \times 10^{-10}$ | 0 | $-4{,}8 \times 10^{-10}$ |
| | RELATIVA | | +1 | 0 | −1 |
| ESPÍN | | | 1/2 | 1/2 | 1/2 |
| VIDA MEDIA ($t_{1/2}$) | | | $10^{32}$ años | 1000 s < > 16,6 min (en el vacío) | $10^{21}$ años |
| ESTABILIDAD | | | estable | inestable fuera del núcleo | estable |
| COMPOSICIÓN (QUARKS) | | | (2 up) +(1 down) | (2 up) +(2 down) | no posee quarks |
| DESCUBRIDOR (AÑO) | | | Ernest Rutherford (1919) | James Chadwick (1932) | Joseph Thomson (1897) |

## Observación

La estabilidad del núcleo se debe a la presencia de los mesones que amortiguan las repulsiones nucleares. Estos son de diversos tipos: mesón (μ), pión (π), tauón (T) y kaón (K).

**Notación de átomos**

**1. Átomos neutros:** $\#p^+ = \#e^-$




**Número atómico (Z)**

- Determina la ubicación del elemento en la tabla periódica.
- Nos indica la cantidad de protones en el núcleo.

$$\boxed{Z = \#p^+}$$

**Número de masa o número másico (A)**

- Nos indica la suma de los nucleones fundamentales.

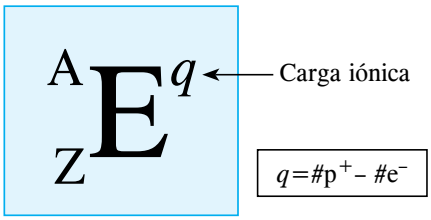
$$\boxed{A = \#p^+ + \#n^0} \text{ o } \boxed{A = Z + N}$$

- Se deduce que $\boxed{N = A - Z}$

*Ejemplo*: Dada la especie

$$^{27}_{13}Al \begin{cases} \#p^+ = \\ \#e^- = \\ \#n^0 = \end{cases}$$

**2. Iones:** $\#p^+ \neq \#e^-$




* Si $q = (+) \rightarrow$ catión (pierde $e^-$)

* Si $q = (-) \rightarrow$ anión (gana $e^-$)

*Ejemplos*

1. $^{80}_{35}Br^{3+} \begin{cases} \#p^+ = \\ \#e^- = \\ \#n^0 = \end{cases}$

2. $^{80}_{35}Br^{1-} \begin{cases} \#p^+ = \\ \#e^- = \\ \#n^0 = \end{cases}$

(Nótese que en los ejemplos anteriores solo cambió la cantidad de electrones).

3. $^{42}_{20}Ca^{2+} \begin{cases} \#p^+ = \\ \#e^- = \\ \#n^0 = \end{cases}$

_____

_____

4. Complete el siguiente cuadro:

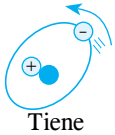
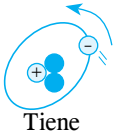
| Átomo | Z | $\#p^+$ | $\#e^-$ | $\#n^0$ |
|---|---|---|---|---|
| $^{31}_{15}P$ | | | | |
| $^{70}_{34}Se^{2-}$ | | | | |
| $^{58}_{26}Fe^{3+}$ | | | | |

**Tipos de átomos**

**1. Isótopos o hílidos**

- Átomos de un mismo elemento
- Igual número atómico
- Diferente número de masa
- Diferente cantidad de neutrones
- Propiedades químicas semejantes

*Ejemplo*: Para el hidrógeno

| | | | |
|---|---|---|---|
| Isótopos: | $^{1}_{1}H$ | $^{2}_{1}H$ | $^{3}_{1}H$ |
| Nombre: | Protio | Deuterio | Tritio |
| Notación: | H | D | T |
| | |  |  |
| | No tiene neutrones | Tiene un neutrón | Tiene dos neutrones |
| Proporción: | 99,98 % | 0,018 % | 0,002 % |

**2. Isóbaros**

- Átomos de elementos diferentes
- Diferente número atómico
- Igual número de masa
- Propiedades físicas y químicas diferentes

*Ejemplo* 1: $^{14}_{5}B$ $^{14}_{6}C$ $^{14}_{7}N$

*Ejemplo* 2: $^{60}_{26}Fe$ $^{60}_{27}Co$ $^{60}_{28}Ni$

**3. Isótonos**

- Átomos de elementos diferentes
- Diferente número atómico
- Diferente número de masa
- Igual cantidad de neutrones

*Ejemplo* 1

$$\underbrace{^{26}_{12}Mg}_{\#n^0=26-12=14} \qquad \underbrace{^{28}_{14}Si}_{\#n^0=28-14=14}$$

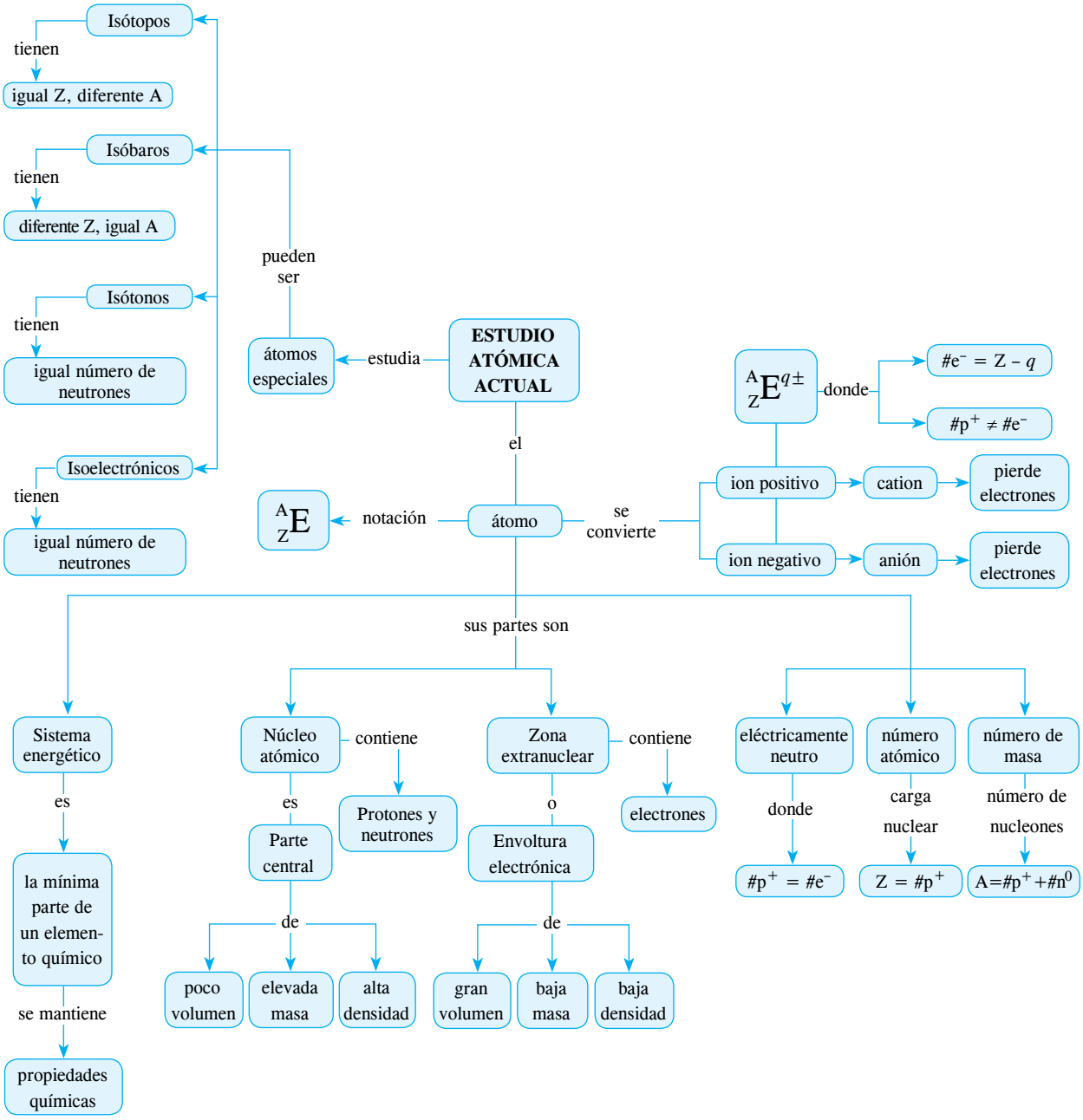
*Ejemplo* 2

$$\underbrace{^{63}_{29}Cu}_{\#n^0=63-29=34} \qquad \underbrace{^{64}_{30}Zn}_{\#n^0=64-30=34}$$

**Observación**

1. Carga nuclear absoluta:
   $Q_N(\text{Abs.})=Z(+1{,}6\times10^{-19}\ C)$
2. Carga de la nube electrónica:
   $Q_{abs.}(\text{Nube})=\#e^-(-1{,}6\times10^{-19}\ C)$
3. Carga iónica absoluta:
   $Q_{ion}(\text{Abs.})=(Z-\#e^-);(1{,}6\times10^{-19}\ C)$

# Helicosíntesis



## Problemas resueltos

**1.** En un átomo neutro, la cantidad de protones y neutrones se diferencian en 4. Si el número de masa es 64, determine la cantidad de electrones que tiene.

***Resolución***

Sea el átomo

$$^{A}_{Z}E_{N} \rightarrow \text{donde: } N = Z + 4$$

Se sabe que $A=Z+N$

$$\rightarrow A=Z+Z+4=64$$
$$2Z=60$$
$$Z=30$$

Átomo neutro: $Z=\#p^{+}=\#e^{-}=30$

***Rpta.***: 30

**2.** Determine la cantidad de electrones que tiene la especie $^{2x+1}_{x-2}M^{2+}_{N=48}$ si sabemos que tiene 48 neutrones.

***Resolución***

En el átomo $^{A=2x+1}_{Z=x-2}M^{2+}_{N=48}$

La cantidad de neutrones: $N=A-Z$

$$\rightarrow 2x+1-(x-2)=48$$
$$x+3=48$$
$$x=45$$

El número atómico $Z=x-2=45-2 \rightarrow Z=43$

Se trata de un catión divalente (pierde $2e^{-}$).

Luego: $\#e^{-}=43-2=41$

***Rpta.***: 41

**3.** Si las especies mostradas son isóbaras, determine la cantidad de neutrones de "E".

$$^{2x-1}_{x+1}E^{1-} \text{ y } ^{81}_{45}Q$$

***Resolución***

$^{A=2x-1}_{Z=x+1}E^{1-} \rightarrow$ Los isóbaros tienen igual A.

Se deduce que $2x-1=81 \rightarrow 2x=82 \rightarrow x=41$

Luego $N=A-Z=(2x-1)-(x+1)$

$$\therefore N=x-2=41-2=39$$

***Rpta.***: 39

**4.** ¿Cuántos electrones presenta el siguiente ion?

$$^{4x+2}_{2x-3}E^{1+}_{37}$$

***Resolución***

$A = 4x+2$

$Z = 2x-3$

$N = 37$

$$4x+2 = 2x-3+37$$
$$2x = 32$$
$$x = 16$$
$$^{4\cdot 16+2}_{2\cdot 16-3}E^{1+}_{37}$$
$$^{66}_{29}E^{1+}_{37}$$

***Rpta.***: 28

**5.** Los átomos $^{24}_{11}Na$ y $^{24}_{12}Mg$ _____.

***Resolución***

$^{24}_{11}Na$ y $^{24}_{12}Mg \rightarrow$ tienen igual número de masa, entonces son isóbaros.

***Rpta.***: isóbaros

## Helicopráctica

**1.** El átomo, es la partícula más pequeña que conserva la identidad de un elemento, está formado por dos regiones principales: el núcleo atómico y la nube electrónica, donde cada región está constituida por un determinado tipo de partículas que llamaremos subatómicas. Al respecto, marque la alternativa incorrecta.

A) En el núcleo están los protones y neutrones y en la envoltura los electrones.

B) El volumen de la nube electrónica determina al volumen del átomo.

C) Los nucleones se caracterizan por tener carga y masa.

D) En los isótopos de un elemento, hay el mismo número de protones.

E) El número de masa está determinado por la suma de nucleones.

**2.** Con respecto a la especie $^{58}_{26}Fe$, ¿cuáles son correctas?

I. Tiene 23 protones.

II. Sus neutrones son 32.

III. La cantidad de nucleones neutros es 58.

IV. Contiene 23 electrones.

**3.** El átomo $^{2x+1}_{x+2}E$ tiene 60 neutrones. ¿Cuántos electrones tiene su anión divalente?

**4.** En cierto átomo, la relación entre sus electrones y neutrones es de 7 a 9. Si su número de masa es 128, determine su número de protones.

**5.** Con respecto a los isótopos del hidrógeno, escriba verdadero (V) o falso (F) según corresponda.

a. El deuterio es el más abundante en la naturaleza. ( )

b. El tritio tiene 2 neutrones. ( )

c. Protio, deuterio y tritio forman los mismos compuestos. ( )

d. El protio no tiene neutrones. ( )

**6.** Un átomo X es isóbaro con el Ni-60 e isótono con el $^{57}_{25}Mn$. Determine la cantidad de electrones que posee.

**7.** Dos átomos son isótonos. Si sus números de masa difieren en 4 y sus protones suman 52, ¿cuáles son los números atómicos de los átomos mencionados?

**8.** Para dos isótopos sus números de masa suman 69 y sus neutrones 39. Determine el número atómico.

## Helicotaller

### Nivel I

**1.** El átomo o el ion de un elemento se respresenta, en forma simbólica, mediante un núclido. La siguiente representación $^{37}_{17}Cl$ corresponde al núclido de un átomo, sobre el cual se puede decir que

I. El núcleo tiene 17 protones y 20 neutrones, ambos son llamados nucleones.

II. El número atómico (Z) del elemento es 17, igual al N° de electrones en la envoltura.

IV. Si este átomo gana un electrón, el respectivo ion se presenta por $^{37}_{17}Cl^{1-}$.

***Resolución***

**2.** Con respecto a la estructura atómica, indique la(s) afirmación(es) incorrecta(s).

I. El tamaño del átomo lo determina la zona extranuclear.

II. Solo presenta nucleones fundamentales y electrones.

III. Los electrones tienen movimiento de traslación y rotación.

IV. La parte más densa del átomo es la zona extranuclear.

***Resolución***

## Nivel II

**3.** Indique la afirmación correcta con respecto a

$$^{55}_{25}Mn$$

A) Tiene 55 protones.
B) Su número atómico es 30.
C) Tiene 25 protones.
D) Existen 55 neutrones.
E) Tiene 35 neutrones.

***Resolución***

**4.** El átomo $^{2x+3}_{x-1}E$ posee 61 electrones. Halle su número de neutrones.

***Resolución***

**5.** En un átomo, el número de electrones y el de neutrones están en la relación de 4 a 7. Determine el número atómico si su número de masa es 132.

***Resolución***

## Nivel III

**6.** Los números de masa de dos isótopos suman 84 y sus neutrones suman 44. Determine el número atómico.

***Resolución***

**7.** Un átomo de cierto elemento es isóbaro con el P-30 e isótono con el cloro (Z = 17), el cual posee 34 nucleones fundamentales. Determine la carga nuclear del elemento.

***Resolución***

**8.** Se tienen tres hílidos con números de masa consecutivos. Si la suma de sus nucleones fundamentales en total es 150, determine el número atómico del elemento, dado que el isótopo más liviano posee 25 neutrones.

***Resolución***

## Helicodesafío

**1.** En relación a las partículas subatómicas, escriba verdadero (V) o falso (F), luego marque la alternativa que corresponda. (UNI 2003-II)

- Los protones y neutrones están presentes en el núcleo atómico. ( )
- Los protones, neutrones y electrones tienen la misma masa. ( )
- Un haz de neutrones es desviado por un campo eléctrico. ( )

A) VVV B) VVF C) VFF
D) FVF E) FFF

**2.** ¿Cuáles de las siguientes expresiones son falsas? (UNAC 2007-I)

I. Isótopos son átomos de un mismo elemento con el mismo número de protones pero con diferente número de masa.
II. El número de masa más el número de protones es igual al número de neutrones.
III. El número de neutrones es igual al número de electrones en un mismo elemento.
IV. Todos los átomos están formados por los mismos componentes.
V. Todos los átomos de un mismo elemento tienen el mismo número de protones y el mismo número de neutrones.

A) II y III B) I y IV C) I y II
D) III y V E) II y V

## Helicorreto

**1.** De

I. El núcleo del átomo tiene carga positiva.
II. El neutrón es una partícula negativa.
III. El número de masa es la suma de protones y neutrones.

¿cuál(es) es (son) correcta(s)?

A) Solo I B) Solo II C) Solo III
D) I y II E) I y III

**2.** La suma de los números de masa de dos isótopos es 112 y la suma de los neutrones es 62, calcular el número atómico (Z).

A) 10 B) 15 C) 20
D) 25 E) 30

**3.** ¿Cuántos electrones tiene el catión de carga 3 si su número de masa es 40 y contiene 25 neutrones?

A) 10 B) 11 C) 12
D) 13 E) 14

**4.** El número atómico es al número de neutrones como 3 es a 4, calcular el número atómico si el número de masa es 28.

A) 18 B) 16 C) 14
D) 12 E) 10

**5.** Un anión divalente tiene 38 electrones calcular su número de masa si contiene 40 neutrones.

A) 76 B) 80 C) 75
D) 88 E) 90

## Helicotarea

### Nivel I

**1.** Determine el número de masa de un átomo si sus nucleones fundamentales se encuentran en igual cantidad y en su zona extranuclear presenta 20 electrones.

A) 30 B) 60 C) 20
D) 40 E) 35

**2.** En un átomo neutro, el número de neutrones excede en 10 al número de protones, además posee 70 nucleones fundamentales. Determine el número de electrones que presenta dicho átomo.

A) 25 B) 30 C) 60
D) 20 E) 10

**3.** Si en un átomo neutro se cumple la relación $\frac{\#n^0}{\#p^+}=\frac{8}{7}$ y además presenta 28 electrones, determine la cantidad de nucleones fundamentales que presenta este átomo.

A) 58 B) 62 C) 56
D) 60 E) 57

**4.** Indique lo incorrecto con respecto a la siguiente especie química: ${}^{56}_{26}E^{3+}$.

A) Es un catión trivalente.
B) Presenta 23 electrones.
C) Ha perdido 3 electrones.
D) Presenta 56 nucleones fundamentales.
E) Presenta 82 partículas fundamentales.

### Nivel II

**5.** Con respecto al átomo actual, indique la afirmación incorrecta.

A) Es un sistema energético, dinámico y en equilibrio eléctrico.
B) Es la porción mínima representativa de un elemento.
C) Un protón del átomo de calcio es idéntico al de un átomo de aluminio.
D) Las fuerzas nucleares mantienen unidos a los nucleones.
E) La masa de un átomo la determina la zona extranuclear.

**6.** Un catión divalente y un anión trivalente poseen 71 protones en total. Si el catión posee 50 partículas neutras, ¿cuál es el número de masa del catión?

A) 49 B) 76 C) 88
D) 91 E) 86

### Nivel III

**7.** Al analizar los dos isótopos de un elemento se encuentra que el promedio de sus números másicos es igual a 74. Si el más liviano presenta 106 partículas subatómicas fundamentales, ¿cuál es el número de neutrones del isótopo más pesado?

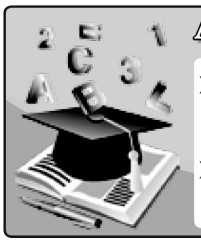
A) 40 B) 41 C) 42
D) 43 E) 44

**8.** Para cierto ion, la relación entre la cantidad de electrones y protones es como 9 a 8. Si la carga neta del ion es $-3{,}2\times10^{-19}$ C, determine de qué átomo se trata.

A) S (Z=16)
B) Ca (Z=40)
C) Zn (Z=30)
D) Mg (Z=12)
E) Cl (Z=17)

# NÚMEROS CUÁNTICOS

CAPÍTULO 2

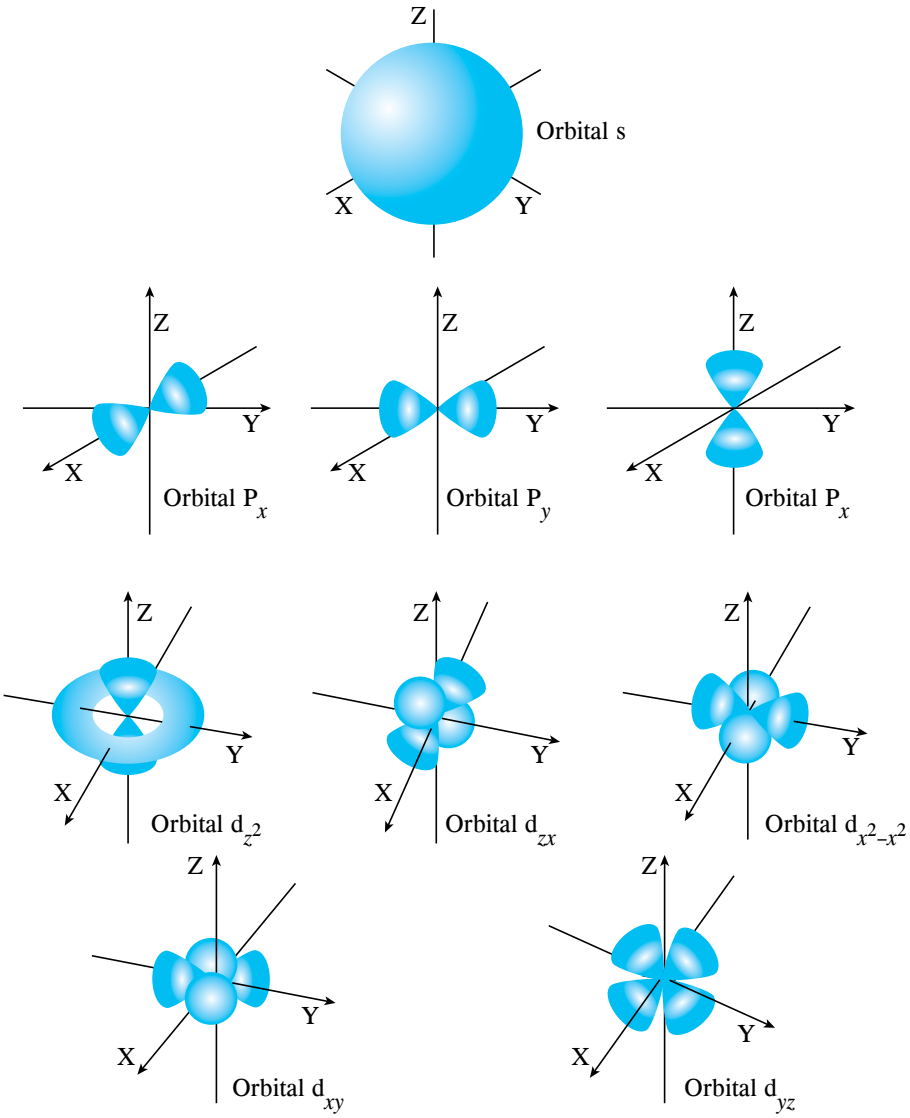


## Aprendizajes esperados

- Identifica los números cuánticos y relaciona el sentido físico que representa cada uno.
- Desarrolla las combinaciones cuánticas y las representaciones de los orbitales.

## Helicocuriosidades

**Los orbitales atómicos, una visión moderna de su distribución**



Helicoteoría

# NÚMEROS CUÁNTICOS

Son un conjunto de números que permiten identificación de cada uno de los electrones que posee un átomo en su nube electrónica, estos son cuatro y se denominan: principal, secundario o azimutal, magnético y espín.

Los tres primeros se deducen de la solución de la ecuación de función de onda propuesta por Erwing Schrödinger, en 1927 y se refieren a la descripción del orbital o REEMPE. El último número cuántico, el espín fue agregado por Paul Dirac y se refiere al sentido de rotación del electrón. Cada número cuántico nos da información tanto para el orbital como para el electrón, tal como se muestra en el siguiente cuadro:

| Número cuántico | Para el electrón | Para el orbital | Valores |
|---|---|---|---|
| Principal ($n$) | Nivel de energía | Tamaño relativo | $n$=1; 2; 3; 4; 5; 6; 7;… K, L, M, N, O, P, Q,… |
| Secundario o azimutal ($\ell$) | Subnivel de energía | Forma del orbital | $\ell$=0; 1; 2; 3;…; ($n$−1) s, p, d, f,… |
| Magnético ($m$ o $m_\ell$) | El orbital | Orientación en el espacio | $m_\ell$= −$\ell$;…−1; 0; +1;…;+$\ell$ |
| Espín ($m_s$ o $s$) | Sentido de giro | Propiedades magnéticas que adquiere | $m_s = +\frac{1}{2}$ o $m_s = -\frac{1}{2}$ |

## I. Número cuántico principal ($n$)

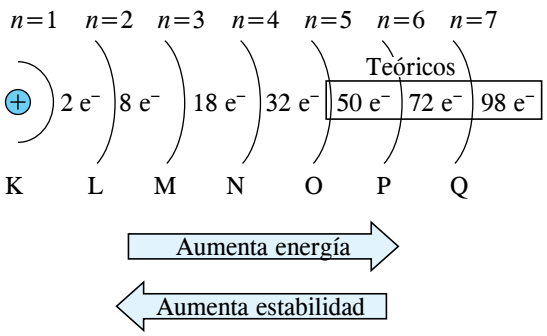
**Indica**

1. El nivel de energía donde se ubica con mayor probabilidad el electrón.
2. El tamaño o volumen relativo de la nube electrónica.

**Valores**

$n$=1; 2; 3; 4; 5; 6; 7;… Notación cuántica

Capa=K, L, M, N, O, P, Q,... Notación espectroscópica




### Observación

Los orbitales de mayor energía son los menos estables.

* A medida que aumenta el número del nivel aumenta el tamaño de la nube electrónica.
* La cantidad de electrones máximos por nivel se calcula: $\#e^- = 2n^2$ donde $n$ es el número del nivel.

## II. Número cuántico secundario o azimutal ($\ell$)

**Indica**

1. El subnivel de energía del electrón.
2. La forma del orbital.

**Valores**

$\ell$=1; 2; 3;…; ($n$−1)

Subnivel: s, p, d, f,…

### Observación

El valor de $\ell$ no puede ser igual al de $n$, siempre es menor.

**Forma de los orbitales**

$\ell$=0 → s: sharp → esférica

$\ell$=1 → p: principal → dilobular

$\ell$=2 → d: diffuse → tetralobular

$\ell$=3 → f: fundamental → complejos

*Ejemplos*

$n$=1 → $\ell$=0 → 1 subnivel (s)

$n$=2 → $\ell$=0; 1 → 2 subniveles (s, p)

$n$=3 → $\ell$=0; 1; 2 → 3 subniveles (s, p, d)

$n$=4 → $\ell$=0; 1; 2; 3 → 4 subniveles (s, p, d, f)

## Observación

$\#e^{-}(\text{subnivel}) = 2(2\ell+1)$

### III. Número cuántico magnético ($m$ o $m_\ell$)

**Indica**

1. El orbital donde se ubica el electrón.
2. La orientación del orbital en el espacio dentro de un campo magnético.

**Valores**

$$m_\ell = -\ell;\ldots;\ -1;\ 0;\ +1;\ldots;\ +\ell$$

*Ejemplos*

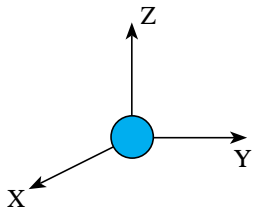
$\ell=0 \rightarrow m_\ell=0 \rightarrow 1$ orbital (s)

$\ell=1 \rightarrow m_\ell=-1;\ 0;\ +1 \rightarrow 3$ orbitales (p)

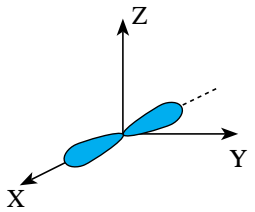
$\ell=2 \rightarrow m_\ell=-2;\ -1;\ 0;\ +1;\ +2 \rightarrow 5$ orbitales (d)

$\ell=3 \rightarrow m_\ell=-3;\ -2;\ -1;\ 0;\ +1;\ +2;\ +3 \rightarrow 7$ orbitales (f)

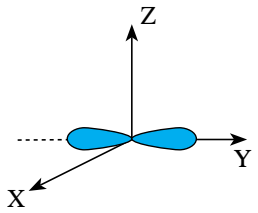
**Orientación de orbitales**



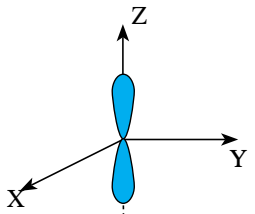

Orbital s
$\ell=0,\ m_\ell=0$




Orbital $p_x$
$\ell=1,\ m_\ell=-1$




Orbital $p_y$
$\ell=1,\ m_\ell=0$




Orbital $p_z$
$\ell=1,\ m_\ell=+1$

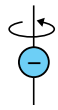
$\#e^{-}\text{máx.(orbital)} = 2$

### IV. Número cuántico espín ($m_s$ o s)

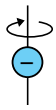
**Indica**

1. Sentido de giro del electrón sobre su eje imaginario.
2. Propiedades magnéticas que adquiere el orbital.

**Valores**



Antihorario
$m_s = +\frac{1}{2}$



Horario
$m_s = -\frac{1}{2}$

## Observación

Los signos son arbitrarios; estos nos indican que los electrones en un orbital deben girar en sentidos opuestos.

**Combinación de números cuánticos**

Consideremos que los electrones solo pueden tener combinaciones correctas. Para que una combinación sea correcta debe concordar con los valores permitidos para cada número cuántico.

*Ejemplo*

$$n=3 \quad \ell=2 \quad m_\ell=0 \quad m_s=+\frac{1}{2}$$

**Comprobación**

$$\text{Si } n=3 \rightarrow \ell = \begin{cases} 0 \\ 1 \\ 2 \end{cases} \rightarrow m_\ell = \begin{cases} -2 \\ -1 \\ 0 \\ +1 \\ +2 \end{cases} \rightarrow m_s = \begin{cases} +\frac{1}{2} \\ -\frac{1}{2} \end{cases}$$

Se observa que la combinación dada tiene solo valores permitidos.

∴ La combinación es correcta.

Esto quiere decir que hay un electrón con estos números cuánticos.

*Ejemplo*

$$n=4 \quad \ell=1 \quad m_\ell=+2 \quad m_s=+\frac{1}{2}$$

**Comprobación**

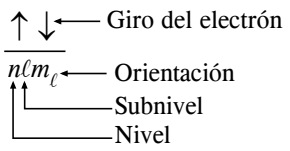
$$\text{Si } n=4 \rightarrow \ell = \begin{cases} 0 \\ 1 \\ 2 \\ 3 \end{cases} \rightarrow m_\ell = \begin{cases} -1 \\ 0 \\ +1 \end{cases}$$

Se observa que no se admite $m_\ell = +2$.

∴ La combinación es incorrecta.

No hay electrón con estos números cuánticos.

**Notación de un orbital**



*Ejemplos*

1. $n=3$ $\ell=1$ (p) $m_\ell=0$ $m_s=+\frac{1}{2}$

| | | | |
|---|---|---|---|
| 3p: | $3p_x$ | $\uparrow$ $3p_y$ | $3p_z$ |
| $m_\ell=$ | $-1$ | $0$ | $+1$ |

2. $n=4$ $\ell=2$ (d) $m_\ell=+1$ $m_s=-\frac{1}{2}$

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 4d: | 4d | 4d | 4d | $\downarrow$ 4d | 4d |
| $m_\ell=$ | $-2$ | $-1$ | $0$ | $+1$ | $+2$ |

**Energía relativa ($E_R$)**

Es un parámetro adimensional que nos indica el orden energético de un orbital.

Se determina por

$$E_R = n+\ell$$

*Ejemplo*: Ordene en forma creciente según su energía relativa.

| Orbital | $n$ | $\ell$ | $E_R = n+\ell$ |
|---|---|---|---|
| $3d_{xy}$ | 3 | 2 | $3+2=5$ |
| $4p_y$ | 4 | 1 | $4+1=5$ |
| 2s | 2 | 0 | $2+0=2$ |

Cuando dos orbitales tienen la misma suma de $n$ y $\ell$, se considera con menor energía al orbital que tiene menor nivel.

Luego el orden será

$$2s < 3d_{xy} < 4_{py} \longrightarrow$$

Aumenta la energía relativa

Disminuye la estabilidad

## Observación

Los orbitales degenerados son aquellos que se encuentran en el mismo subnivel, así por ejemplo, 3p tiene 3 orbitales degenerados.

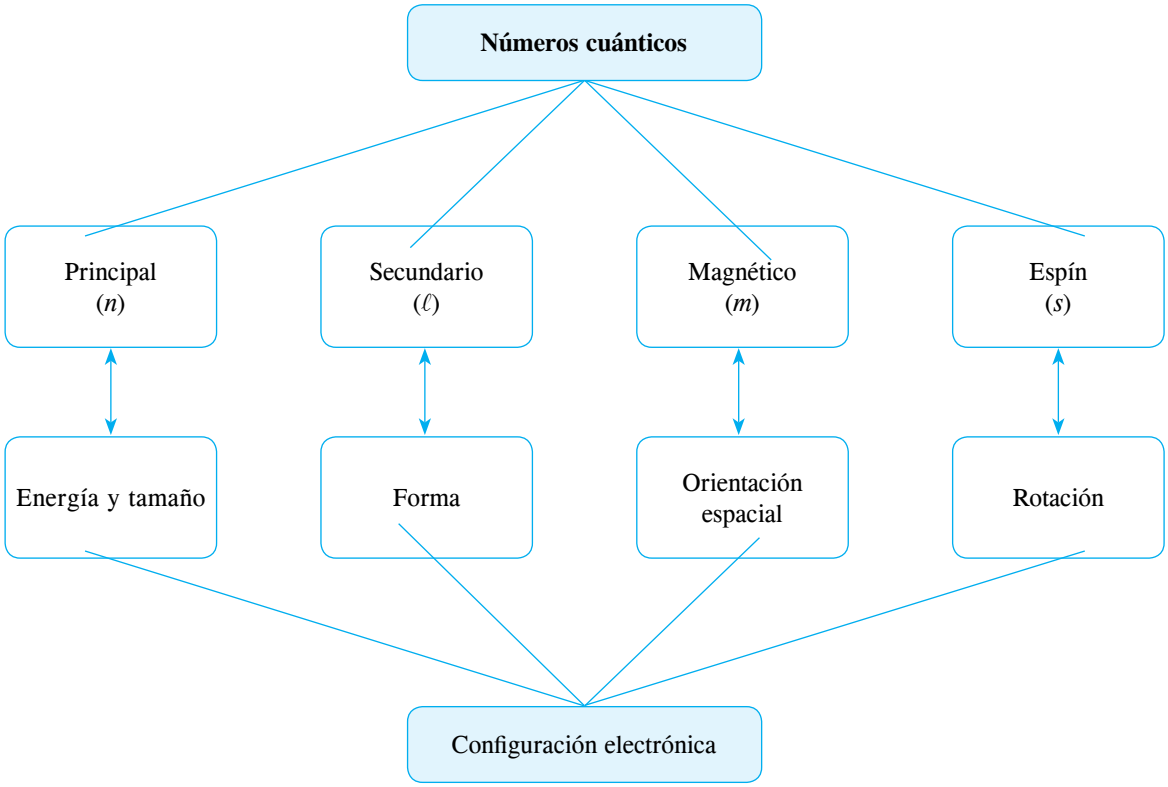
Todos tienen igual energía relativa.

$3p_x \Rightarrow n=3,\ \ell=1 \rightarrow E_R=4$

$3p_y \Rightarrow n=3,\ \ell=1 \rightarrow E_R=4$

$3p_z \Rightarrow n=3,\ \ell=1 \rightarrow E_R=4$

## Helicosíntesis



## Problemas resueltos

**1.** Dada la notación $3p^4$, determine los números cuánticos del electrón con espín negativo.

***Resolución***

En la distribución electrónica que corresponde a esta notación se tiene que el subnivel p tiene 3 orbitales

| | $3p_x$ | $3p_y$ | $3p_z$ |
|---|---|---|---|
| $3p^4$: | ↑↓ | ↑ | ↑ |
| | −1 | 0 | +1 |

El electrón con espín negativo, según la convención más usual es el que está marcado.

$$n=3 \quad \underset{(p)}{\ell=1} \quad m_\ell=-1 \quad m_s=-\frac{1}{2}$$

***Rpta.***: 3; 1; −1; $-\frac{1}{2}$

**2.** Entre las combinaciones dadas, indique la que sea incorrecta.

A) $n=5 \quad \ell=2 \quad m_\ell=+2 \quad m_s=+\frac{1}{2}$

B) $n=2 \quad \ell=0 \quad m_\ell=0 \quad m_s=+\frac{1}{2}$

C) $n=3 \quad \ell=2 \quad m_\ell=-2 \quad m_s=+\frac{1}{2}$

D) $n=5 \quad \ell=0 \quad m_\ell=0 \quad m_s=-\frac{1}{2}$

E) $n=3 \quad \ell=2 \quad m_\ell=-3 \quad m_s=+\frac{1}{2}$

***Resolución***

En la proposición E: Si $n=3 \rightarrow \ell=\begin{cases}0\\1\\2\end{cases} \rightarrow m_\ell=\begin{cases}-2\\-1\\0\\+1\\+2\end{cases}$

Se observa que no admite $m_\ell=-3$.

∴ La combinación es incorrecta.

***Rpta.***: $n=3 \quad \ell=2 \quad m_\ell=-3 \quad m_s=+\frac{1}{2}$

**3.** Determine el máximo valor que puede tomar la relación

$$R=\left(\frac{n+\ell}{m_s}\right)^{m_\ell}$$

para un electrón del cuarto nivel.

***Resolución***

Para que R sea máximo, $(n+\ell)$ deber ser lo máximo posible, al igual que $m_\ell$: Si $n=4 \rightarrow \ell=\begin{cases}0\\1\\2\\3\end{cases}$

Asumimos $\ell=3$

Si $\ell=3 \rightarrow m_\ell=-3;\ -2;\ -1;\ 0;\ +1;\ +2;\ +3$; tomamos $m_\ell=+3$. Desde luego que $m_s=+\frac{1}{2}$

Luego $R=\left(\frac{4+3}{\frac{1}{2}}\right)^3=(14)^3 \rightarrow R=2744$

***Rpta.***: 2744

**4.** Determine la energía relativa ($E_R$) del orbital $4d_{xy}$.

***Resolución***

$$4d_{xy}\begin{cases}n=4\\\ell=2\end{cases}$$

$$E_R=4+2=6$$

***Rpta.***: 6

**5.** Indique el orbital que no existe

A) 4p B) 3d C) 1s

D) 3f E) 7p

***Resolución***

$$3f\begin{cases}n=3\\\ell=3\end{cases} \text{(no existe)}$$

***Rpta.***: 3f

## Helicopráctica

**1.** Determine la suma de $n$ y $\ell$ para el orbital $3p_y$.

**2.** Escriba verdadero (V) o falso (F) según corresponda.

a. Un orbital p posee como máximo 6 electrones. ( )

b. El orbital con l=3 tiene forma tetralobular. ( )

c. En el nivel $n=3$ existen 32 electrones. ( )

**3.** Un electrón de un átomo queda identificado por la combinación permitida de cuatro números cuánticos ($n$, $l$, $m_l$, $m_s$), tres de los cuales resultan de una solución de la ecuación de onda de Schrödinger que identifica a tres números cuánticos necesarios para describir un orbital. El cuarto número cuántico (de espín) no es parte de la solución de la ecuación de onda, pero fue introducido para describir el sentido de rotación del electrón. Respecto a los números cuánticos, marque la alternativa incorrecta.

A) $n$ y $l$ son números enteros y representa al nivel y subnivel, respectivamente.

B) Cuando $n$ es igual a 4, los valores de $l$ pueden ser 0; 1; 2 ó 3.

C) El valor de $l$ determine los posibles valores de $m_l$ (número cuántico magnético).

D) El valor $m_s$ indica el giro del electrón y puede ser $+\frac{1}{2}$ o $-\frac{1}{2}$.

E) La combinación (3; 1; 2; –1) se invalida por el valor no permitido de $l$.

**4.** Si $m_\ell = +2$, el mínimo valor del número cuántico principal que lo permite es

**5.** ¿Cuántos orbitales llenos presenta la notación $4d^8$?

**6.** ¿Cuántos de los juegos de números cuánticos son posibles?

| $n$ | $\ell$ | $m_\ell$ | $m_s$ |
|---|---|---|---|
| 6 | 5 | –3 | $+\frac{1}{2}$ |
| 5 | 6 | –4 | $-\frac{1}{2}$ |
| 3 | 0 | +1 | $-\frac{1}{2}$ |
| 3 | 2 | –1 | $+\frac{1}{2}$ |
| 2 | 1 | +1 | $+\frac{1}{2}$ |
| 4 | 3 | +1 | $-\frac{1}{2}$ |

**7.** Ordene en forma creciente las energías relativas de 5d, 3p, 6s, 4f, 2s.

**8.** Determine el mayor valor que puede tomar la relación

$$R=(n+\ell+m_\ell)^{m_s}$$

si se trata de un electrón del tercer nivel.

## Helicotaller

### Nivel I

**1.** ¿Qué valores toma $\ell$ para $n = 3$?

***Resolución***

**2.** **El número cuántico principal ($n$):** Nos indica, el nivel de energía principal que ocupa el electrón.

**Número cuántico secundario ($l$):** También es denominado número *cuántico azumital o del momento angular*; nos indica el subnivel del electrón donde este debe encontrarse en un nivel $n$.

**Número cuántico magnético ($m_l$):** Nos indica el orbital donde se encuentra dentro de un determinado subnivel de energía.

**Número cuántico espín ($m_s$):** Se refiere al sentido de rotación del electrón sobre su propio eje, los electrones que se ubican en un mismo orbital deben tener necesariamente spin opuesto.

¿Cuál de la serie de números cuánticos ($m$, $l$, $m$, $s$) que a continuación se indica es verdadero?

A) $2; -1; 0; +\frac{1}{2}$ B) $4; 2; -3; -\frac{1}{2}$ C) $4; 0; +1; +\frac{1}{2}$

D) $5; 6; +3; -\frac{1}{2}$ E) $9; 6; +3; +\frac{1}{2}$

***Resolución***

### Nivel II

**3.** Indique un electrón del subnivel d con espín antihorario.

A) $2; -1; 0; +\frac{1}{2}$ B) $4; 2; -1; +\frac{1}{2}$ C) $5; 2; +1; -\frac{1}{2}$

D) $5; 1; +1; -\frac{1}{2}$ E) $4; 2; -3; +\frac{1}{2}$

***Resolución***

**4.** Indique verdadero (V) o falso (F) según corresponda.

a. El número cuántico principal indica la forma del orbital. ( )

b. El número cuántico secundario toma valores: 0; 1; 2; 3;…; $(n+1)$. ( )

c. El giro del electrón está determinado por el número cuántico espín. ( )

**5.** ¿Cuántos orbitales llenos presenta la notación $4d^8$?

***Resolución***

### Nivel III

**6.** Dadas las proposiciones, indique la(s) correcta(s).

I. Un orbital contiene como máximo dos electrones con espines opuestos.

II. La energía relativa de un orbital 4p es igual a 5.

III. El subnivel p tiene tres orbitales degenerados.

***Resolución***

**7.** Se tienen los números cuánticos para tres electrones

$$e_a^-: 4;\ 1;\ -1;\ +\frac{1}{2}$$
$$e_b^-: 2;\ 0;\ 0;\ -\frac{1}{2}$$
$$e_c^-: 3;\ 2;\ +2;\ +\frac{1}{2}$$

Escriba verdadero (V) o falso (F) según corresponda.

a. El electrón $a$ es más cercano al núcleo. ( )

b. La energía relativa de $c$ es mayor que la de $b$. ( )

c. Los electrones $a$ y $c$ están en orbitales degenerados. ( )

**8.** Ordene en forma creciente la energía relativa de

6p, 7d, 4f, 5d

***Resolución***

## Helicodesafío

**1.** Complete de manera secuencial los espacios en blanco:

Los números cuánticos $n$, $l$, y $m$ describen _____, _____ y _____, respectivamente. (UNAC 2007-I)

A) la forma - el tamaño - la orientación espacial
B) el tamaño - la forma - la orientación espacial
C) el tamaño - la orientación espacial - la forma
D) la orientación espacial - el tamaño - la forma
E) la forma - el tamaño - el sentido de giro

**2.** Dadas las siguientes propuestas de subniveles energéticos: (UNI 2006-I)

I. 5f
II. 2d
III. 3f

indique los que existen.

A) Solo I B) Solo II C) Solo III
D) I y II E) I y III

## Helicorreto

**1.** Escriba verdadero (V) o falso (F) según corresponda, luego marque la alternativa correcta.

- El número cuántico principal ($n$) indica la presencia del electrón en un subnivel. ( )
- Siempre el valor de $n > l$. ( )
- Los valores del número cuántico spín pueden ser $+\frac{1}{2}$ o $-\frac{1}{2}$. ( )

A) FFF B) FVV C) FFV
D) VVV E) VVF

**2.** ¿Qué combinación de números cuánticos es incorrecta?

A) $3, 2, 0, +\frac{1}{2}$ B) $7, 0, 0, -\frac{1}{2}$ C) $4, 3, -3, +\frac{1}{2}$
D) $2, 2, 2, -\frac{1}{2}$ E) $5, 4, 3, -\frac{1}{2}$

**3.** ¿Qué alternativa contiene la representación cuántica del electrón ubicado en el subnivel 5p?

A) $5, 0, 0, +\frac{1}{2}$ B) $5, 2, -1, +\frac{1}{2}$ C) $5, 3, 0, +\frac{1}{2}$
D) $5, 0, -1, -\frac{1}{2}$ E) $5, 1, +1, +\frac{1}{2}$

**4.** Determine la estructura que corresponde a la notación cuántica.

$$n = 3, l = 2, m_\ell = 0, m_s = +\frac{1}{2}$$

A) 3s B) 3p C) 3d
D) 3f E) 3g

**5.** ¿Cuál es el subnivel con mayor energía relativa?

A) 5s B) 3p C) 2s
D) 2p E) 1s

## Helicotarea

### Nivel I

**1.** Con relación a la zona extranuclear, indique las proposiciones correctas.

I. Está formada por ciertos estados energéticos.
II. Un nivel está formado por un conjunto de subniveles.
III. El orbital está relacionado con la órbita circular donde hay mayor probabilidad de que se encuentra girando un electrón.

A) Solo I B) Solo II C) Solo III
D) I y II E) Todas

**2.** La siguiente definición: *Es aquella región espacial energética de manifestación más probable del electrón*, corresponde a

A) un nivel.
B) un subnivel.
C) una órbita.
D) una capa.
E) un orbital.

**3.** Con respecto al orbital, señale el enunciado incorrecto.

A) Son regiones espaciales con alta probabilidad de contener electrones.

B) Un orbital principal contiene como máximo 2 electrones.

C) Se le llama también nube electrónica o función de onda.

D) El orbital sharp y principal tienen formas diferentes.

E) Puede contener máximo 2 electrones con el mismo sentido de giro.

**4.** Indique lo correcto con respecto a los números cuánticos (NC).

I. El NC principal define el tamaño del orbital.

II. El NC secundario indica el giro o rotación del electrón.

III. El NC magnético indica la orientación espacial del orbital.

IV. Los cuatro NC derivan de la resolución de la ecuación de Schrödinger.

A) I y III B) II y IV C) I, II y III
D) I y II E) III y IV

## Nivel II

**5.** Respecto a los números cuánticos, escriba verdadero (V) o falso (F) según corresponda, luego marque la alternativa correcta.

- El número cuántico principal indica el nivel energético del orbital. ( )
- El volumen de un orbital depende del número cuántico secundario. ( )
- El número cuántico azimutal indica la orientación espacial del electrón. ( )
- El número cuántico espín tiene relación con el orbital. ( )

A) FVFF B) FFVV C) VFVF
D) FFFF E) VFFF

**6.** Los números cuánticos $n$ y $\ell$ determinan, respectivamente,

A) los niveles de energía del electrón en un estado dado.

B) el nivel de energía del electrón y la forma del orbital.

C) la forma de la capa electrónica en un nivel de energía.

D) los movimientos y energía del electrón en un instante dado.

E) el volumen de la región en la cual se mueven los electrones.

## Nivel III

**7.** ¿Qué juegos de números cuánticos determinan la mayor y menor energía para un electrón?

I. $6;\ 0;\ 0;\ -\frac{1}{2}$ II. $5;\ 3;\ -1;\ +\frac{1}{2}$

III. $5;\ 1;\ 0;\ -\frac{1}{2}$ IV. $6;\ 1;\ 0;\ +\frac{1}{2}$

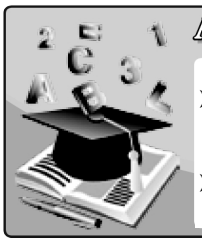
A) I y II B) I y III C) III y II
D) IV y II E) II y III

**8.** Indique la combinación de números cuánticos que no corresponde a un electrón del Mn (Z=25).

A) $3;\ 1;\ +1;\ -\frac{1}{2}$ B) $3;\ 0;\ 0;\ +\frac{1}{2}$
C) $3;\ 2;\ 0;\ +\frac{1}{2}$ D) $3;\ 1;\ -1;\ +\frac{1}{2}$
E) $4;\ 1;\ +1;\ +\frac{1}{2}$

# CONFIGURACIÓN ELECTRÓNICA

CAPÍTULO 3



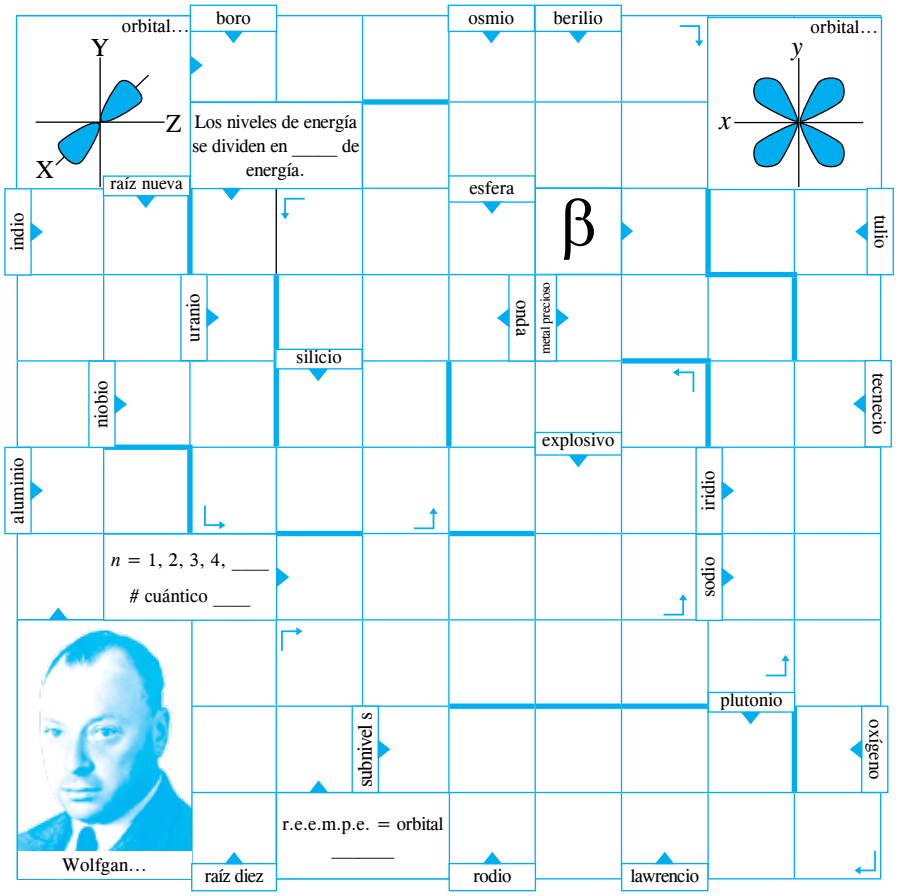
## Aprendizajes esperados

- Desarrolla la distribución electrónica de los elementos conociendo los números atómicos correspondientes.
- Identifica los casos especiales de distribución electrónica.

## Helicocuriosidades

### CRUCIGRAMA

### Estructura atómica actual



Helicoteoría

# CONFIGURACIÓN ELECTRÓNICA

➢ **¿Cómo se distribuyen los electrones en los átomos?**

Se denomina distribución electrónica de un átomo al ordenamiento de sus electrones en subniveles y orbitales de menor a mayor energía relativa.

**1. Nivel (*n*)**

Llamado también capa, nos indica el nivel de energía del electrón. Esta región está formada por subniveles.

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Notación espectroscópica → | Capa | K | L | M | N | O | P | Q |
| Notación cuántica → | *n* | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |

**Nota**

- existen siete niveles conocidos.
- a mayor nivel mayor energía y menor estabilidad.

**2. Subnivel ($\ell$)**

Esta región está formada por un conjunto de orbitales.

| Subnivel | s | p | d | f |
|---|---|---|---|---|
| $\ell$ | 0 | 1 | 2 | 3 |

**Nota**

Un dato más

- s → sharp (nítido)
- p → principal
- d → *diffuse*
- f → fundamental

El siguiente recuadro es importante:

| Subnivel | s | p | d | f |
|---|---|---|---|---|
| N.° de orbitales | 1 | 3 | 5 | 7 |
| N.° máximo de $e^-_s$ | 2 | 6 | 10 | 14 |

**Cada subnivel tiene sus orbitales**

| Subnivel | N.° de orbitales |
|---|---|
| s | __ |
| p | __ __ __ |
| d | __ __ __ __ __ |
| f | __ __ __ __ __ __ __ |

## ORBITAL

➢ Es una región donde existe la mayor probabilidad de encontrar al electrón.

➢ En cada orbital solo puede haber hasta dos electrones que deben tener giros o espines opuestos.

➢ Para representar gráficamente un orbital se emplea ☐ y una flecha (↑↓) para representar el electrón.

**Tipos de orbitales**

| ☐ | ↑ | ↑ ↓ |
|---|---|---|
| vacío | semilleno | lleno |
| (sin electrones) | (1 electrón desapareado) | (2 electrones apareados) |

## NOTACIÓN ELECTRÓNICA

Por conveniencia, el número y la localización de electrones en átomos se especifican así

Nivel ($n$) → $2p^5$ ← N.° de electrones

Subnivel ($\ell$)

Complete el siguiente cuadro:

| Notación cuántica | $n$ | $\ell$ | N.° de $e^-_s$ |
|---|---|---|---|
| $3s^1$ | 3 | 0 | 1 |
| $2p^3$ | | | |
| $4d^8$ | | | |
| $5f^{10}$ | | | |

**Observación**

No te olvides

| $\ell$ = | s | p | d | f |
|---|---|---|---|---|
| | 0 | 1 | 2 | 3 |

**Reglas para escribir la configuración electrónica (CE)**

Para realizar la CE deben tener en cuenta los principios:

1. Regla de Mollier (serrucho): Principio de Aufbau
2. Principio de máxima multiplicidad: Regla de Hund
3. Principio de exclusión de Pauli

**Regla del serrucho (Mollier)**

| Niveles | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Capas | K | L | M | N | O | P | Q |
| | $s^2$ | $s^2$ | $s^2$ | $s^2$ | $s^2$ | $s^2$ | $s^2$ |
| | | $p^6$ | $p^6$ | $p^6$ | $p^6$ | $p^6$ | $p^6$ |
| | | | $d^{10}$ | $d^{10}$ | $d^{10}$ | $d^{10}$ | |
| | | | | $f^{14}$ | $f^{14}$ | | |
| N.° máximo de $e^-_s$ | 2 | 8 | 18 | 32 | 32 | 18 | 8 |

**Principio de máxima multiplicidad (Hund)**

**Nota**

Al distribuir los electrones en orbitales de un mismo subnivel, en primer lugar se tratará de ocupar todos los orbitales presentes. Una vez que no queden más orbitales en este subnivel se procederá a completarlos.

*Ejemplo aplicativo*

Distribuya los elementos en cada subnivel que se muestra.

| | |
|---|---|
| $4s^2$ | ↑↓ |
| $3p^5$ | ↑↓ ↑↓ ↑ |
| $4d^6$ | ___ ___ ___ ___ ___ |
| $5f^{10}$ | ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___ |

**Principio de exclusión de Pauli**

**Nota**

En un mismo átomo, no pueden existir dos electrones con sus cuatro números cuánticos iguales, al menos deben diferenciarse por su espín giro.

*Ejemplo*

Sea el orbital $\underset{3p_x}{\underline{\overset{e^-_1}{\uparrow}\ \overset{e^-_2}{\uparrow}}}$ … incorrecto

$e^-_1$: $n=3$ $\ell=1$ $m_\ell=-1$ $m_s=+\frac{1}{2}$

$e^-_2$: $n=3$ $\ell=1$ $m_\ell=-1$ $m_s=+\frac{1}{2}$

Ambos electrones tienen igual combinación cuántica. Esto está en contra del principio de exclusión de Pauli.

**Casos especiales de CE**

1. **Terminación $d^4$**. Cuando un átomo termina en $d^4$ se cambia a $d^5$.

$$\ldots ns^2(n-1)d^4 \xrightarrow{1\ e^-} \ldots\ ns^1(n-1)d^5$$

*Ejemplo*: Para el cromo (Z=24)

$_{24}Cr$: $[Ar]4s^2 3d^4$… es inestable

Se cambia a

$_{24}Cr$: $[Ar]4s^1 3d^5$… es estable

2. **Terminación $d^9$**. Cuando un átomo termina en $d^9$, se cambia a $d^{10}$.

Así

$$\ldots ns^2(n-1)d^9 \xrightarrow{1\ e^-} \ldots\ ns^1(n-1)d^{10}$$

*Ejemplo*: Para el cobre (Z=29)

$_{29}Cu$: $[Ar]4s^2 3d^9$… es inestable

Se cambia a

$_{29}Cu$: $[Ar]4s^1 3d^{10}$… es estable

3. **Configuración de cationes**

Para formar cationes, un átomo pierde electrones. Estos deben salir primero del nivel más alto.

*Ejemplo*: Desarrolle la CE del $_{26}Fe^{2+}$.

* Primero la CE del átomo neutro

  $_{26}Fe$: $[Ar]4s^2 3d^6$

* Para obtener $_{26}Fe^{2+}$ se extraen los 2 electrones del nivel mayor ($4s^2$).

  Luego

  $_{26}Fe^{2+}$: $[Ar]4s^0 3d^6$ o

  $_{26}Fe^{2+}$: $[Ar]3d^6$

**Observación**

Para

$_{26}Fe^{3+}$: $[Ar]4s^0 3d^5$

## Helicosíntesis

**CONFIGURACIÓN ELECTRÓNICA**

| Niveles | Subniveles | Orbitales |
|---|---|---|
| 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7 | s, p, d, f | $\#e^-$ máx $= 2$ |
| $\#e^-$ máx $= 2n^2$ | $\#e^-$ máx $= 2(2\ell+1)$ | Giran en sentidos opuestos. |

## Problemas resueltos

**1.** Desarrolle la CE del cloro (Z=17) e indique la cantidad de electrones de valencia.

***Resolución***

La CE del cloro será según la regla de Mollier:

$e^-$ valencia

$$_{17}Cl: \underbrace{1s^2 2s^2 2p^6}_{\text{Kernel}} \underbrace{3s^{2} 3p^{5}}_{\text{Capa de valencia}}$$

También se puede escribir reemplazando el kernel por el gas noble equivalente.

$$_{17}Cl: [_{10}Ne]\ 3s^{2} 3p^{5}$$

Ahora por orbitales

$$_{17}Cl: [_{10}Ne]\ \underset{3s}{\underline{\uparrow\downarrow}}\ \underset{3p_x}{\underline{\uparrow\downarrow}}\ \underset{3p_y}{\underline{\uparrow\downarrow}}\ \underset{3p_z}{\underline{\uparrow}}$$

Se colocan los electrones de valencia, según el principio de máxima multiplicidad (regla de Hund) se observan $7e^-$ de valencia.

***Rpta.***: 7

**2.** Determine los números cuánticos para electrón que se coloca al final en la CE del manganeso (Z=25).

***Resolución***

Desarrollamos la CE del manganeso

$$_{25}Mn: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^5$$

El electrón final colocado debe estar en $3d^5$.

Hacemos la distribución en orbitales.

último

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $3d^5$: | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ | ↑ |
| $\ell=2$ | 3d | 3d | 3d | 3d | 3d |
| $m_\ell$: | −2 | −1 | 0 | +1 | +2 |

Se deducen los números cuánticos del electrón final.

$n=3, \quad \ell=2, \quad m_\ell=+2, \quad m_s=+\frac{1}{2}$

***Rpta.***: 3; 2; +2; $+\frac{1}{2}$

**3.** El átomo de un elemento tiene 15 electrones en el tercer nivel de energía. ¿Cuál será el número atómico?

***Resolución***

El tercer nivel lo conforman 3s, 3p y 3d.

Para tener $15e^-$, la distribución de los electrones debe ser

$$3s^2,\ 3p^6,\ 3d^7$$

Debe terminar en $3d^7$.

La CE completa será

$$_zE: 1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^7$$

El átomo tiene 27 electrones; sabemos que un átomo neutro se cumple: $\#p^+=\#e^-=Z$

$$\therefore Z=27$$

***Rpta.***: 27

**4.** ¿Cuántos electrones hay en el tercer nivel del Ni (Z = 28)?

***Resolución***

$$1s^2 2s^2 2p^6 \underline{3s}^{2} \underline{3p}^{6} 4s^2 \underline{3d}^{8}$$

$\#e^-$ nivel 3 = 16

***Rpta.***: $16e^-$

**5.** ¿Cuál es la última notación de la configuración electrónica del átomo de arsénico (Z = 33)?

***Resolución***

$$1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^3$$

***Rpta.***: $4p^3$

## Helicopráctica

**1.** Para verificar los principios que establecen una configuración correcta, tomaremos como ejemplo la que corresponde $_{26}Fe$: $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^6\ 3d^6\ 4s^6\ 3d^6$, donde cada subnivel se ubica de acuerdo a su energía en forma ascendente. Al respecto, es incorrecto decir que

A) el orden de cada subnivel está determinado por la suma de $n+\ell$.

B) esta configuración electrónica obedece a tres reglas o principios.

C) de acuerdo a la regla de Hund, en el subnivel 3d hay 4 electrones.

D) en el subnivel 4s se acomodan dos electrones con espines opuestos.

E) igual que el $_{20}Ca$, el $_{26}Fe$ tiene solo 2 electrones en la capa de valencia.

**2.** Un átomo termina su configuración en $4p^2$ y presenta 38 neutrones. Determine su número másico.

**3.** Un átomo presenta 9 electrones en el cuarto nivel. Determine la carga nuclear.

**4.** Indique el número de orbitales llenos y semillenos del $_{16}S$.

**5.** Un átomo es isóbaro con el $^{40}_{19}K$ isótono con el $^{43}_{21}Sc$. ¿Cuántos electrones acepta en total en los subniveles s?

**6.** Respecto al $_{25}Mn^{3+}$, indique lo correcto.

A) Su distribución electrónica es $[Ar]4s^2 3d^3$.

B) Posee 4 orbitales semillenos.

C) Posee 22 electrones.

D) Presenta hasta 3 niveles de energía.

E) Tiene 12 electrones en su tercer nivel.

**7.** Cierto electrón está en

$$n=3,\quad \ell=1,\quad m_\ell=0,\quad m_s=+\frac{1}{2}$$

Respecto a lo anterior, escriba verdadero (V) o falso (F) según corresponda.

a. Está en el subnivel p. ( )

b. presenta spín horario. ( )

c. $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^2$ es la configuración del átomo si dicho electrón fuese el último. ( )

**8.** Para el tecnecio (Z=43), su configuración electrónica con un gas noble será

## Helicotaller

### Nivel I

**1.** Con respecto a la zona extranuclear, escriba verdadero (V) o falso (F) según corresponda.

a. Es la que determina el tamaño de un átomo. ( )

b. Está conformado por niveles, subniveles y orbitales. ( )

c. Contiene electrones con la misma energía. ( )

**2.** Indique el número de subniveles llenos para Z=17.

***Resolución***

## Nivel II

**3.** El átomo Mg-24 presenta 12 protones. ¿Cuál sería su distribución por niveles?

***Resolución***

**4.** La configuración electrónica de un átomo termina en $5p^5$ y posee 74 neutrones. Determine su número másico.

***Resolución***

**5.** Determine el número de electrones en los subniveles principales del $^{79}_{34}Se$.

***Resolución***

## Nivel III

**6.** Marque la alternativa correcta sobre un átomo que solo tiene 14 orbitales llenos y 1 electrón desapareado.

A) Su configuración electrónica es $1s^2\ 2s^2\ 2p^6\ 3s^2\ 3p^6\ 4s^2\ 3d^9$.

B) es isoelectrónico con el catión divalente del $_{30}Zn$.

C) su configuración electrónica cumple con el principio de Aufbau.

D) tiene solo un $e^-$ con $n = 3$ y $\ell = 2$.

E) la combinación de números cuánticos del último electrón es $\left(3;\ 2;\ +1;\ -\frac{1}{2}\right)$.

**7.** Cierto electrón está caracterizado por los siguientes números cuánticos:

$$n=4,\quad \ell=1,\quad m_\ell=0,\quad m_s=-1/2$$

Escriba verdadero (V) o falso (F) según corresponda.

a. Se encuentran en la capa energética N. ( )

b. El subnivel donde se ubica puede aceptar un máximo de 5 electrones. ( )

c. El orbital tiene forma dilobular. ( )

d. Dicho electrón rota en sentido horario. ( )

**8.** Con respecto a la distribución electrónica del molibdeno (Z=42), indique la proposición incorrecta.

A) Posee 6 orbitales semillenos.

B) La configuración electrónica es $[Kr]5s^1 4d^5$.

C) Tiene 13 electrones en la capa N.

D) Tiene 18 orbitales saturados.

E) Es isoelectrónico con el $Ru^{2+}$ (Z=44).

***Resolución***

## Helicodesafío

**1.** Determine el número de masa divalente que tiene 30 neutrones en su núcleo y 13 electrones en su tercer nivel energético. (UNI 2006-I)

A) 23 B) 27 C) 53
D) 55 E) 57

**2.** Para un átomo con 30 neutrones con número másico igual a 55, ¿qué proposiciones son correctas? (UNI 2006-II)

I. Posee 5 electrones desapareados.
II. Posee 25 protones y 25 electrones.
III. Sus electrones están distribuidos en 7 subniveles energéticos.

A) Solo I B) Solo II C) Solo III
D) I y III E) Todas

## Helicorreto

**1.** ¿Qué configuración electrónica es incorrecta?

A) $1s^2 2s^2 2p^3$ B) $1s^2 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^1$
C) $1s^2 2s^2 2p^2\ 3s^1$ D) $1s^2 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^6 4s^1$
E) $1s^1$

**2.** ¿Cuántos orbitales semillenos contiene el azufre con número atómico (Z = 16)?

A) 1 B) 2 C) 3
D) 4 E) 5

**3.** Un átomo tiene 10 electrones en el tercer nivel de energía, calcular el número atómico del átomo.

A) 22 B) 23 C) 21
D) 24 E) 20

**4.** ¿Cuál es la configuración electrónica del $_{25}Mn^{2+}$? Dato $[_{18}Ar]$: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$

A) $[Ar]4s^2 3d^5$ B) $[Ar]4s^2 3d^3$
C) $[Ar]4s^1 3d^4$ D) $[Ar]4s^0 3d^5$
E) $[Ar]4s^0 3d^3$

**5.** Determine el número de masa de un átomo cuando su configuración electrónica finaliza en $3d^8$ y presenta 30 neutrones.

A) 50 B) 52 C) 54
D) 56 E) 58

## Helicotarea

### Nivel I

**1.** Escriba verdadero (V) o falso (F) según corresponda, luego marque la alternativa corresponda

- El principio de Aufbau se cumple para todos los átomos sin excepción. ( )
- El principio de Aufbau se rige gracias a la energía relativa creciente de los subniveles de los elementos. ( )
- Según el principio de Aufbau, los electrones irán ocupando los niveles y subniveles según su energía relativa decreciente. ( )

A) VVV B) VFV C) VVF
D) FVF E) FFF

**2.** Un átomo presenta 8 orbitales con electrones apareados. Determine su número atómico.

A) 13 B) 15 C) 17
D) 19 E) 21

**3.** La diferencia entre los neutrones y protones de un átomo es 20. Si A–Z=60, ¿cuántos electrones posee en la capa N?

A) 8 B) 10 C) 12
D) 14 E) 16

**4.** Al realizar la configuración electrónica del isótopo del vanadio $_{23}V$, escriba verdadero (V) o falso (F) según corresponda, luego marque la alternativa correcta

- Presenta tres niveles energéticos. ( )
- Tiene siete subniveles. ( )
- No presenta subnivel difuso. ( )
- Presenta dos subniveles principales. ( )

A) FVFV B) FVVF C) FVVV
D) FFVV E) FVFF

## Nivel II

**5.** Los átomos Q y R poseen el mismo número de niveles de energía; además, sus protones suman 58. Determine la cantidad de electrones que posee el átomo Q en la capa energética M sabiendo que el átomo R posee 17 orbitales llenos.

A) 10 B) 11 C) 13
D) 15 E) 18

**6.** Determine el número atómico mínimo de un átomo si su última configuración presenta energía relativa 6.

A) 30 B) 36 C) 38
D) 39 E) 48

## Nivel III

**7.** La carga nuclear de un átomo es igual a 53. ¿Cuántos electrones presenta en su último nivel?

A) 2 B) 5 C) 7
D) 9 E) 3

**8.** La configuración electrónica de un átomo presenta el menor número de electrones; además, tiene 15 orbitales no vacíos. Determine su número de masa si tiene 8 neutrones en exceso.

A) 52 B) 54 C) 56
D) 60 E) 62